

ABU KULIT PINANG SEBAGAI PENGGANTI FILLER PADA CAMPURAN AC-BC

Andika Utami¹, Marhadi Sastra², Zulkarnain³

Politeknik Negeri Bengkalis, Jln. Bathin Alam Sei Alam Kab.Bengkalis Prov.Riau

andika@polbeng.ac.id¹, marhadi@polbeng.ac.id², zulkarnaen@polbeng.ac.id³

Abstrak

AC-BC merupakan salah satu bagian dari lapis perkerasan yang berfungsi sebagai lapis antara yang menahan beban maksimum akibat beban lalu lintas. Bahan perkerasan campuran AC-BC terdiri dari agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi (Filler) dan aspal. Penelitian ini merupakan eksperimen untuk mencari alternatif pengganti filler dengan memanfaatkan limbah abu kulit pinang karena semakin meningkatnya harga material menjadi kendala dalam mewujudkan pembangunan jalan aspal beton yang lebih layak. Dalam menanggapi hal ini perlu dipikirkan suatu bahan pengganti yang dapat diperoleh dengan mudah serta diproduksi misalnya memanfaatkan limbah kulit pinang sebagai filler campuran beton aspal. Tujuan dan manfaat penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik campuran AC-BC dengan abu pinang sebagai filler melalui pengujian marshall sehingga diketahuinya nilai Stabilitas, VIM, VMA, VFWA, Flow, MQ. Aspal yang digunakan adalah aspal pen 60/70, berdasarkan hasil pengujian didapat kadar aspal yaitu 5,0% dengan variasi campuran abu pinang 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%. Untuk komposisi agregat untuk AC-BC : agregat kasar 60,5%, agregat halus 33,5%. Hasil pengujian abu kulit pinang sebagai berikut : Stabilitas (kg) = 3517,91 > 800, VIM (%) = 4,20 > 3-5%, VMA (%) = 14,26 > 14, VFWA (%) = 70,77 > 63, Flow (mm) = 2,50 > 2-4, Density = 2,32 MQ (kg) = 1462,63 > 250.

Kata Kunci: Abu kulit pinang, Filler, Nilai marshall

Abstract

AC-BC is one part of the pavement layer which functions as an intermediate layer that holds the maximum load due to traffic loads. AC-BC mixture pavement consists of coarse aggregate, fine aggregate, filler and asphalt. This research is an experiment to find an alternative to filler by utilizing areca nut waste ash because the increasing price of material becomes an obstacle in realizing the construction of a more viable concrete asphalt road. In response to this, a substitute material that can be obtained easily and produced, for example, utilizes the waste of areca nut as an asphalt concrete filler. The purpose and benefits of this study were to determine the characteristics of a mixture of AC-BC with areca ash as a filler through marshall testing so that the values of stability, VIM, VMA, VFWA, Flow, MQ were known. Asphalt used is asphalt pen 60/70, based on the test results obtained asphalt content is 5.0% with a variation of areca ash mixture 0%, 25%, 50%, 75% and 100%. For the aggregate composition for AC-BC: 60.5% coarse aggregate, 33.5% fine aggregate. The results of areca nut ash testing are as follows: Stability (kg) = 3517.91 > 800, VIM (%) = 4.20 > 3-5%, VMA (%) = 14.26 > 14, VFWA (%) = 70, 77 > 63, Flow (mm) = 2.50 > 2-4, Density = 2.32 MQ (kg) = 1462.63 > 250.

Keywords: Areca nut, Filler, Marshall value

1. PENDAHULUAN

Pinang (*areca catechu*) merupakan tanaman yang sekeluarga dengan kelapa, Salah satu jenis tumbuhan monokotil ini tergolong palem-paleman, di masyarakat umumnya spesies ini sering disebut dengan pinang atau pinang sirih Pinang umumnya ditanam di pekarangan, di taman atau dibudidayakan. Pohon pinang tumbuh tegak dan tingginya 10-30m, diameternya 15-20 cm dan batangnya tidak bercabang. Pinang termasuk jenis tanaman yang cukup dikenal luas dimasyarakat karena secara alami penyebarannya pun cukup luas di berbagai daerah. Nama lain dari pinang adalah Jambe, Penang, Woham, Pineng, Pineung (Jawa), Batang Mayang, Batang Bongkah, Batang

Pinang, Pining, Bonai (Sumatera), Gahat, Gehat, Kahat Laam, Hunoto, Luguto, Poko Rapu, Amongun(Sulawesi), Biwa, Biwasoi, Mucillo Palm (Maluku) (Septiatin, 2008). Biji pinang pun digunakan sebagai bahan pewarna pada pembuatan karpet, obat-obatan tradisional, minuman dan lain- lain.

Keberadaan pinang atau kulit pinang yang melimpah umumnya banyak dijumpai hampir di setiap pelosok. khususnya di Kabupaten Bengkalis terdapat di Sungai Alam, Tameran, Pedekik, Kembung Luar dan daerah lainnya, kulit pinang belum termamfaatkan dengan baik, sehingga bernilai guna rendah karena yang diperlukan hanya buah pinang. Sebagian besar kulit pinang biasanya digunakan masyarakat untuk keperluan pembakaran atau dibuang saja sehingga menjadi limbah dan berserakan

ditempat pembuangan, menumpuk dan sebagainya. Pada Penelitian ini kulit Pinang yang dipakai berupa kulit pinang kering berumur 7 (tujuh) hari setelah dijemur dari panas matahari yaitu kulit pinang dari desa Sungai Alam, Kuala Alam. Pada penelitian sebelumnya juga sudah dicoba oleh Nanang Agustian Alumni tahun 2016 penggunaan kulit pinang sebagai pengganti agregat kasar terhadap kuat tekan beton. Oleh sebab itu, penulis tertarik dan akan mencoba menggunakan kulit Pinang sebagai Filler untuk stabilisasi jalan, maka di perlukan kajian apakah kulit Pinang tersebut bisa di gunakan atau tidak di dalam campuran pembangunan.

Kandungan kimia pinang, Biji buah pinang mengandung alkaloid, seperti arekolin ($C_8H_{13}NO_2$) arekolidine, arekalin, guvakolin, guvasine dan isoguvasine, tanin terkondensasi, tannin terhidrolisis, flavon, senyawa fenolik, asam galat, getah, lignin, minyak menguap dan tidak menguap, serta garam (Wang dkk. 1996 dalam Maskromo dan Miftahorrochman 2007). Nonaka (1989) dalam Maskromo dan Miftahorrochman (2007) menyebutkan bahwa biji buah pinang mengandung proantosianidin, yaitu suatu tannin terkondensasi yang termasuk dalam golongan flavonoid.

Proantosianidin mempunyai efek antibakteri, antivirus, antikarsinogenik, anti-inflamasi, anti- alergi, dan vasodilatasi (Fine 2000 dalam Maskromo dan Miftahorrochman 2007). Tanaman pinang berpotensi anti kanker karena memiliki efek antioksidan, dan antimutagenik (Wang dkk. 1996 dalam Maskromo dan Miftahorrochman 2007). Leigh (2003) dalam Maskromo dan Miftahorrochman (2007) menyatakan batang pinang mengandung beberapa kandungan yang sama dengan buahnya. Batang pinang mengandung alkaloid, tanin, kanji, resin, karbohidrat, dan arekolin. Menurut Nugroho dkk. (2004) batang kelapa bagian atas dan bagian dalam banyak mengandung gula dan pati sehingga proses ekstraksi membuat sebagian gula dan pati akan terlarut. Distribusi holoselulosa pada kelapa baik secara longitudinal maupun lateral memiliki

kecenderungan tidak beraturan.

Morfologi tumbuhan, Pinang merupakan tanaman famili palmae yang dapat mencapai tinggi 15 - 20 m dengan batang tegak lurus bergaris tengah 15 cm. Buahnya berkecambah setelah 1,5 bulan dan 4 bulan kemudian mempunyai jambul daun-daun kecil yang belum terbuka. Pembentukan batang baru terjadi setelah 2 tahun dan berbuah pada umur 5-8 tahun tergantung keadaan tanah. Tanaman ini berbunga pada awal dan akhir musim hujan dan memiliki masa hidup 25-30 tahun. Biji buah berwarna kecoklatan sampai coklat kemerahan, agak berlekuk-lekuk dengan warna yang lebih muda. Pada bidang irisan biji tampak perisperm berwarna coklat tua dengan lipatan tidak beraturan menembus endosperm yang berwarna agak keputihan (Depkes RI, 1989).

A. *Beton Aspal (Asphalt Concrete)*

Aspal ialah bahan hidro karbon yang bersifat melekat (*adhesive*), berwarna hitam kecoklatan, tahan terhadap air, dan viskoelastis. Aspal sering juga disebut bitumen merupakan bahan pengikat pada campuran beraspal yang dimanfaatkan sebagai lapis permukaan lapis perkerasan lentur. Aspal berasal dari alam atau dari pengolahan minyak bumi. Aspal atau bitumen adalah suatu cairan kental yang merupakan senyawa hidrokarbon dengan sedikit mengandung sulfur, oksigen, dan klor. Aspal sebagai bahan pengikat dalam perkerasan lentur mempunyai sifat viskoelastis. Aspal tampak padat pada suhu ruang padahal adalah cairan yang sangat kental. Aspal merupakan bahan yang sangat kompleks, dan secara kimia belum dikarakterisasi dengan baik. Kandungan utama aspal adalah senyawa karbon jenuh, dan tak jenuh, alifatik, dan aromatic yang mempunyai atom karbon sampai 150 per molekul. Atom-atom selain hidrogen, dan karbon yang juga menyusun aspal adalah nitrogen, oksigen, belerang, dan beberapa atom lain. Secara kuantitatif, biasanya 80% massa aspal adalah karbon, 10% hydrogen, 6% belerang, dan sisanya oksigen, dan nitrogen, serta sejumlah renik besi, nikel, dan vanadium. Senyawa-

senyawa ini sering dikelaskan atas aspalten (yang massa molekulnya kecil), dan malten (yang massa molekulnya besar). Biasanya aspal mengandung 5 sampai 25% aspalten. Sebagian besar senyawa di aspal adalah senyawa polar. Fungsi aspal pada material perkerasan adalah sebagai bahan pengikat material agregat dan bahan pengisi rongga butiran antar agregat dan pori-pori yang ada di dalam butiran agregat tersebut.

Beton Aspal (Hotmix) adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat, dengan atau tanpa bahan tambahan. Material-material pembentuk beton aspal dicampur di instalasi pencampur pada suhu tertentu, kemudian diangkut kelokasi, dihamparkan, dan dipadatkan. Suhu pencampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal apa yang akan digunakan (Sukirman, 2003). Dalam pencampuran aspal harus dipanaskan untuk memperoleh tingkat kecairan (viskositas) yang tinggi agar dapat mendapatkan mutu campuran yang baik dan kemudahan dalam pelaksanaan. (Sukirman, 2008) Menyatakan bahwa Beton Aspal (Laston, AC) terbagi atas tiga jenis yaitu, AC Lapis Aus (AC-WC), AC Lapis Antara (AC-BC), dan AC Lapis Pondasi (AC-Base).

Beton Aspal Lapis Aus (AC-WC) adalah merupakan lapisan paling atas dari struktur perkerasan yang berhubungan langsung dengan roda kendaraan, mempunyai tekstur yang lebih halus dibandingkan dengan Beton Aspal Lapis Antara (AC-BC). Beton aspal lapis antara (AC-BC) mempunyai ukuran maksimum agregat 25.4 mm. Bila campuran aspal AC-BC menggunakan aspal modifikasi maka dikenal sebagai AC-BC modified (*Rancangan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Divisi VI Perkerasan Beraspal, Dep.PU, 2010*). Gradasi agregat adalah susunan butir agregat sesuai ukurannya. Ukuran butir dapat diperoleh melalui pemeriksaan analisa saringan. Gradasi agregat dinyatakan dalam presentase lolos atau tertahan, yang dihitung berdasarkan berat agregat (Sukirman, 1999).

B. Beton Aspal Lapis Pengikat

Menurut Sukirman, 2008 Menyatakan bahwa beton aspal (laston, AC) terbagi atas tiga jenis yaitu, AC Lapis Aus (AC-WC), AC Lapis Antara (AC- BC), dan AC Lapis Pondasi (AC-Base). Beton aspal lapis Aus (AC-WC) adalah merupakan lapisan paling atas dari struktur perkerasan yang berhubungan langsung dengan roda kendaraan, mempunyai tekstur yang lebih halus dibandingkan dengan beton aspal lapis antara (AC-BC). Beton aspal lapis antara (AC-BC) mempunyai ukuran maksimum agregat 25.4 mm. modifikasi maka dikenal sebagai AC-BC modified (*Rancangan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Divisi VI Perkerasan Beraspal, Dep.PU, 2010*).

C. Bahan Pengisi (Filler)

Filler yang artinya sebagai bahan pengisi dapat dipergunakan debu, batu kapur, debu kapur padam, semen atau mineral yang berasal dari asbuton yang sumbernya disetujui oleh direksi pekerjaan. Jika digunakan aspal modifikasi dari jenis asbuton yang diproses maka bahan pengisi (filler) yang ditambahkan haruslah berasal dari mineral yang diperoleh dari asbuton tersebut. Bahan pengisi harus bebas dari gumpalan-gumpalan dan jika pengujian analisa saringan sesuai SNI 03-4142-1996 harus lolos dari saringan no 200 (0,075 mm) tidak kurang dari 75%, kecuali untuk mineral asbuton. Fungsi dari filler adalah untuk saling mengikat diantara agregat agar membentuk suatu kesatuan yang kokoh dan solid yang kemudian diikat oleh aspal sesuai proporsi.

D. Gradasi agregat beton aspal lapis antara (AC-BC)

Gradasi agregat dinyatakan dalam presentase lolos atau tertahan, yang dihitung berdasarkan berat agregat (Sukirman, 1999). Persyaratan gradasi agregat beton aspal (AC) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Spesifikasi gradasi campuran beton aspal (AC-BC)

No. Saringan	Gradasi Halus	Gradasi Kasar
	AC-BC	AC-BC
11/2	-	-
1	100	100
3/4	90-100	90-100
1/2	74-90	71-90
3/8	64-82	58-80
No. 4	47-64	37-56
No. 8	34,6-49	23-34,6
No. 16	28,3-38	15-22,3
No. 30	20,7-28	10-16,7
No. 50	13,7-20	7-13,7
No. 100	4-13	5-11
No. 200	4-8	4-8

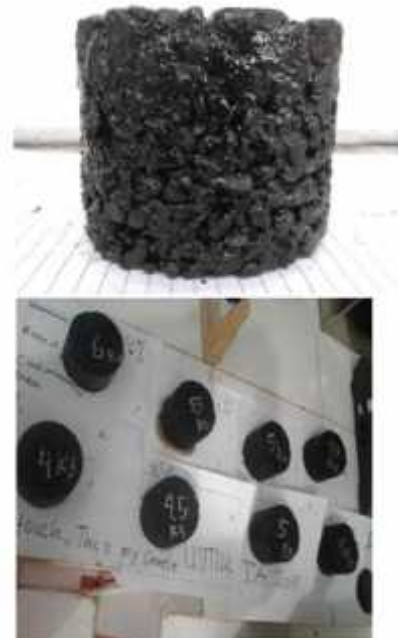
Sumber : Spesifikasi Umum Bidang Jalan, 2010

2. METODE PENELITIAN

Sebelum dilakukan proses pembuatan benda uji dilakukan proses persiapan untuk penyediaan alat dan bahan-bahan yang akan digunakan. Dimana sebelumnya sudah melaksanakan pengujian terhadap bahan untuk mengetahui kualitas bahan yang akan digunakan apakah telah sesuai dengan spesifikasi yang sudah ada. Penelitian ini menggunakan gradasi gabungan untuk campuran lapis aspal beton Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC). Di dalam penelitian ini pengujian dilakukan secara bertahap, yaitu terdiri atas pengujian agregat (kasar, halus dan filler), aspal dan pengujian terhadap campuran (uji Marshall). Pengujian terhadap agregat termasuk pemeriksaan berat jenis, pengujian abrasi dengan mesin Los Angeles. Untuk pengujian aspal termasuk juga pengujian penetrasi, titik lembek, berat jenis, daktilitas dan kehilangan berat. Sedangkan metode yang digunakan sebagai penguji campuran adalah metode Marshall, dimana dari pengujian Marshall tersebut didapatkan hasil-hasil yang berupa komponen-komponen Marshall, yaitu stabilitas, kepadatan (density), flow, void in mix (VIM), void filled with asphalt (VFA), voids in mineral agregat (VMA) dan kemudian dapat dihitung Marshall Quotient-nya.

Pembuatan benda uji digunakan silinder ukuran \varnothing 10,2 cm x 6,35 cm, Benda uji dibuat sebanyak 60 sampel. Pada 30 sampel pertama dengan campuran aspal yaitu 4%, 4,5%, 5%, 5,5% dan 6% bertujuan untuk menentukan/mencari KAO (kadar aspal

optimum), setelah mengetahui KAO selanjutnya melakukan pengujian marshall sebanyak 30 sampel lagi dengan variasi 0,%, 25%, 50%, 75% dan 100% sebanyak 6 sampel. Variasi berat yang digunakan yaitu variasi *filler* 100%, perendaman 1,5 jam dan perendaman 24 jam.



Gambar 1. Sampel pengujian Marshal

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan adalah uraian dari hasil data yang diperoleh dari pengujian-pengujian di laboratorium yang kemudian dianalisis untuk mendapatkan kesimpulan dalam penelitian.

A. Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Kadar Aspal Optimum adalah kadar aspal yang memberikan hasil yang memenuhi spesifikasi dari keseluruhan nilai karakteristik yang ada. Oleh karena rentang kadar aspal dari masing-masing parameter berbeda-beda, maka perlu diupayakan untuk mencari kadar aspal terlebih dahulu yang memenuhi semua persyaratan dari parameter di atas, yang disebut dengan kadar aspal optimum. Kadar aspal optimum ditentukan sebagai nilai tengah dari rentang kadar minimum dan Hasil pengujian aspal ditunjukkan pada Tabel 2 berikut ini.

Dari Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar aspal optimum adalah 5,00 %.
nilai karakteristik campuran perkerasan jalan.

Tabel 2 Kadar Aspal Optimum

No.	Karakteristik Marshall	Spesifikasi (i*)	Kadar Aspal (%)				
			4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
1	Stabilitas	Min. 800 kg	4037.96	5682.35	3208.54	3208.54	7102.85
2	VITM	3- 5 %	6.07	4.76	1.01	1.01	1.03
3	VMA	Min. 14 %	12.95	12.81	0	11.60	12.71
4	VEWA	Min 65 %	53.13	62.90	65.72	91.43	91.92
5	FLOW	2- 4 %	1.30	1.90	2.10	2.10	2.20
6	MQ	Min. 250 kg	3036.22	2999.08	2015.82	2015.82	3440.27
7	Density	-	2.26	2.27	2.29	2.29	2.24

Sumber : hasil pengujian 2017

↓
KAO

B. Hasil pengujian Marshall Test Stability

Stabilitas adalah ketahanan perkerasan menahan deformasi karena beban lalu-lintas. Stabilitas dinyatakan dalam (kg) (The Asphalt Institute, 1983). Kebutuhan stabilitas sebanding dengan fungsi jalan dan beban lalu lintas yang akan dilayani. Semakin tinggi volume lalu lintas dan dominan dilalui kendaraan berat, maka dibutuhkan stabilitas

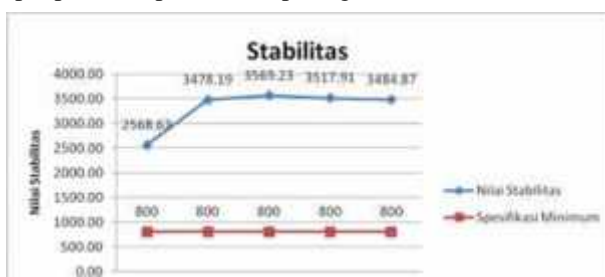
yang tinggi. Sebaliknya jika jalan hanya untuk lalu lintas ringan, tidak diperlukan stabilitas yang sangat tinggi. Pada pengujian didapat nilai rata-rata stabilitas beranjak naik ketika dicampur abu pinang 50% sebesar 3569.23%. Berikut tabel nilai stabilitas, grafik dan cara perhitungan seperti terlihat di table 2.2 dibawah ini

Tabel 3 Hasil Pengujian dan Perhitungan Stabilitas Aspal

No	Kadar Aspal	Stabilitas				
		0%	25%	50%	75%	100%
1	Sampel 1	2782.40	3232.79	3632.66	3426.15	3447.33
2	Sampel 2	2585.71	3195.78	3500.61	3535.27	3643.00
3	Sampel 3	2060.76	3426.91	3691.09	3423.56	2925.66
4	Sampel 4	2683.68	3703.01	3819.71	3661.30	3745.87
5	Sampel 5	2363.64	3708.16	3446.47	3591.98	3537.70
6	Sampel 6	2935.61	3602.49	3324.82	3469.21	3609.63
Rata-rata(gr/cc)		2568.63	3478.19	3569.23	3517.91	3484.87

Sumber : hasil pengujian 2017

Berikut adalah grafik hubungan stabilitas dan kadar aspal pada campuran filler pada gambar 2



Gambar 2 Grafik hubungan stabilitas dan kadar aspal
(sumber hasil pengujian 2017)

C. Hasil pengujian Kelelahan (flow)

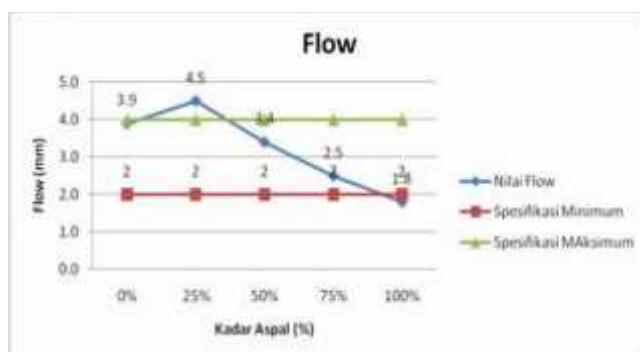
Flow adalah angka yang menunjukkan besarnya penurunan vertikal pada benda uji. Nilai flow yang terlalu tinggi menunjukkan campuran bersifat plastis dan lebih mampu mengikuti deformasi akibat beban, sedangkan flow yang terlalu rendah menunjukkan campuran tersebut memiliki rongga yang tidak terisi aspal lebih tinggi dari kondisi normal, atau kandungan aspal terlalu rendah sehingga berpotensi terjadi keretakan. Pada pengujian ini flow naik pada persentase 0-25% selebihnya flow mengalami penurunan jika semakin banyak kadar abu pinang. Berikut tabel nilai flow dan grafik seperti dibawah ini.

Tabel 4 Hasil Pengujian Marshall Aspal Pori

No	Kadar Aspal	Kelelehan (flow)				
		0%	25%	50%	75%	100%
1	Sampel 1	2.8	4.7	3.0	1.9	1.0
2	Sampel 2	2.7	4.3	3.2	2.7	2.1
3	Sampel 3	4.5	5.6	3.3	2.8	2.0
4	Sampel 4	5.1	4.8	3.5	3.2	1.6
5	Sampel 5	4.4	4.0	4.2	2.3	2.2
6	Sampel 6	4.1	3.6	3.4	2.0	1.9
Rata-rata(gr/cc)		3.9	4.5	3.4	2.5	1.8

Sumber : Hasil pengujian 2017

Berikut adalah grafik hubungan kelelahan (flow) dan kadar aspal pada campuran filler.



Gambar 3 grafik hubungan kelelahan (flow) dan kadar aspal pada campuran filler

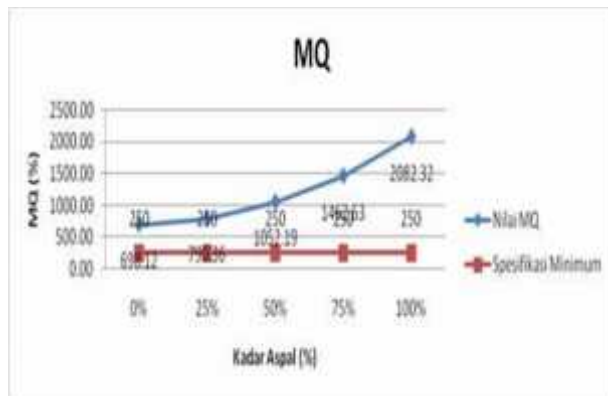
D. Marshall Quotient (MQ)

Marshall Quotient (MQ), adalah angka yang menyatakan tingkat kelenturan (flexibility) suatu campuran. MQ merupakan hasil bagi stability terhadap flow. Nilai MQ merupakan pendekatan terhadap kekakuan dan kelenturan dari suatu lapis perkerasan. Bila campuran mempunyai nilai MQ yang tinggi berarti campuran itu kaku atau fleksibilitasnya rendah. Nilai marshall quotient yang tinggi menunjukkan nilai kekakuan lapis keras yang tinggi. Jika nilai marshall quotient terlalu tinggi akan mudah terjadi keretakan akibat beban lalu lintas yang berulang-ulang. Sebaliknya jika terlalu rendah menunjukkan campuran terlalu plastis atau fleksibel yang mengakibatkan lapis keras akan mudah berubah bentuk bila menahan beban lalu lintas. Pada pengujian ini nilai MQ beranjak naik di angka 0-100% sebesar 2082.32%, semakin tinggi kadar abu pinang semakin naik dan tidak mengalami penurunan. Berikut tabel, grafik dan perhitungan MQ seperti dibawah ini.

Tabel 5 Marshall Quotient

No	Kadar Aspal	0%	25%	50%	75%	100%
1	Sampel 1	993.71	687.8	1210.8	1803.24	3447.33
2	Sampel 2	957.67	743.2	1093.9	1309.36	1734.76
3	Sampel 3	457.95	611.9	1118.5	1222.70	1462.83
4	Sampel 4	526.21	771.4	1091.3	1144.16	2341.17
5	Sampel 5	537.19	927.0	820.5	1561.73	1608.05
6	Sampel 6	716.00	1000.6	977.8	1734.61	1899.80
Rata-rata(gr/cc)		698.12	790.3	1052.1	1462.63	2082.32

Grafik hubungan Marshall Quotient (MQ) dengan kadar aspal pada perkerasan dapat dilihat pada gambar 4



Gambar 4 grafik hubungan *Marshall Quotient (MQ)* dengan kadar aspal pada perkerasan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap campuran AC-BC dengan penggunaan abu kulit pinang sebagai pengganti filler, diperoleh kesimpulan antara lain : Nilai Marshall Quotient (MQ) tertinggi terjadi pada variasi filler 100% dengan nilai 2082.32 kg/mm dari campuran abu kulit pinang. Nilai marshall quotient yang terlalu tinggi dapat menyebabkan campuran menjadi kaku dan memiliki fleksibilitas yang rendah sehingga perkerasan mudah retak dan sebaliknya apabila marshall quotient yang rendah menunjukkan campuran terlalu plastis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Tim *Jurnal Teknik Sipil dan Aplikasi (TekLA)* khususnya ibu Indriyani Puluhulawa yang telah memberikan kontribusi dalam penyelesaian paper ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ariawan, Agus, M, 2007, Penggunaan Batu Kapur Sebagai Filler Pada Campuran Asphalt Concrete Binder Coarse (AC-BC) Dengan Metode Kepadatan Mutlak (PRD), *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil* Vol 11, No 1, Januari 2007
- [2] Agustian, Nanang, 2016, Pengaruh Penambahan Kulit Pinang Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton, *Jurnal, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis* Esentia, Advanty, 2014, Pengaruh Penggantian Sebagian Filler Semen Dengan Kombinasi 40% Serbuk Batu Bata dan Abu Cangkang Lokan Pada Campuran Asphalt Concrete Binder Course. *Jurnal, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu*
- [3] Evendi, Iskandar, 2015, Pengujian Karakteristik Marshall Pada Perkerasan AC-WC Dengan Abu Ampas Sagu Sebagai Filler, *Jurnal, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis* Hardiyatmo, 2007, Pengaruh Filler Dalam Campuran Aspal
- [4] Miftahorraochman, Maskromo, dkk, 2007, Kandungan Buah Pinang
- [5] Rizki, Ade, 2015, Pengujian Karakteristik Marshall Pada Perkerasan HRS-WC Dengan Abu Ampas Sagu Sebagai Filler, *Jurnal, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis*
- [6] Sukirman, Silvia, 2013, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Bandung